

**BMUB-UMWELTINNOVATIONSPROGRAMM**

**Abschlussbericht**

**zum Vorhaben**

Ressourcenschonende Herstellung von Turboladerwellen,  
Aktenzeichen NKa3 - 003259

**Zuwendungsempfänger/-in**

TIGGES GmbH & Co. KG

**Umweltbereich**

*Ressourcen*

**Laufzeit des Vorhabens**

15.11.2016 – 31.12.2017

**Autor/-en**

André Schilli

**Gefördert mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und  
Reaktorsicherheit**

**Datum der Erstellung**

*(17.04.2018)*

## Berichts-Kennblatt

Aktenzeichen UBA: NKa3 - 003259	Projekt-Nr.:
Titel des Vorhabens: Ressourcenschonende Herstellung von Turboladerwellen	
Autor/-en (Name, Vorname): Schilli, André	Vorhabenbeginn: 15.11.2016
	Vorhabenende (Abschlussdatum): 31.12.2017
Zuwendungsempfänger/-in (Name, Anschrift):  TIGGES GmbH & Co. KG Kohlfurther Brücke 29 42349 Wuppertal	Veröffentlichungsdatum: 17.04.2018
	Seitenzahl: 37
Gefördert im BMUB-Umweltinnovationsprogramm des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.	
Kurzfassung (max. 1.500 Zeichen):  Zielstellung des Projektes ist eine schnellere und materialsparende Herstellung von Turboladerwellen durch Aufteilung des bisherigen rein zerspanenden Herstellungsprozesses in zwei Teilprozesse, die deutlich weniger Spanabfälle verursachen und einen deutlich geringeren Energieaufwand benötigen. Hierbei wird im ersten Schritt erstmalig ein Zerspanungsprozess durch Kaltumformung substituiert. Die Innovation besteht darin, einen vorhandenen Prozess (Drehen) in zwei Teilschritte (Kaltumformung und Nachdrehprozess) aufzugliedern und hierdurch Material (Abfall) und Energie einzusparen. Aufgrund der deutlich geringeren notwendigen Energiemenge bei der Kaltumformung und der geringeren Notwendigkeit des Nachdrehens ergibt sich aktuell eine Stromeinsparung von	

ca. 600.827 kWh. Dies entspricht – basierend auf dem aktuellsten vorliegenden CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor Strommix des Jahres 2016 – einer CO<sub>2</sub>-Einsparung von 316.636 kg pro Jahr. Aufgrund der effizienteren Rohlinge in unserem innovativen Prozess können aktuell 119.724 kg Rohstahl eingespart werden. Da zur Herstellung einer Tonne Rohstahl ca. 5.600 kWh aufgewendet werden müssen, entspricht dies – wieder unter Zugrundelegung des aktuellen CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktors Strommix des Jahres 2016 – einer CO<sub>2</sub>-Einsparung von 353.329 kg pro Jahr. Insgesamt führt dies zu einer CO<sub>2</sub>-Reduzierung von 669.965 kg p.a. Die notwendigen (zu entsorgenden) Kühlschmierstoffe konnten zusätzlich um 1.260 Liter reduziert werden.

Schlagwörter: Ressourceneffizienz, Automotive, Kaltumformung, Neue Technologie, Materialersparnis, Stromeinsparung, CO<sub>2</sub>-Ersparnis

Anzahl der gelieferten Berichte

Papierform: 7

Elektronischer Datenträger:

Sonstige Medien:

Veröffentlichung im Internet geplant auf

der Webseite:

## Report Coversheet

Reference-No. Federal Environment Agency: NKa3 - 003259	Project-No.:
Report Title: Resource-saving production of turbocharger shafts	
Author/Authors (Family Name, First Name): Schilli, André	Start of project: 15.11.2016
	End of project: 31.12.2017
Performing Organisation (Name, Address): TIGGES GmbH & Co. KG Kohlfurther Brücke 29 42349 Wuppertal	Publication Date: 17.04.2018
	No. of Pages: 37
Funded by the Environmental Innovation Programme of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety.	

Summary: The objective of the project is a faster and material-saving production of turbocharger shafts by splitting the previous purely machine production process into two sub-processes, which result in significantly less chip waste and lower energy consumption. With this, a cutting process is substituted by cold forming in the first step. The innovation is dividing the existing process (turning) into two steps (cold forming and post-turning process), thereby saving material (waste) and energy. The innovation is to divide the previous pure turning process into the sub-processes cold forming and a much lower post-turning process.

For this purpose, a corresponding length of the necessary output wire is cut off in the first sub-step. This starting material is placed into a corresponding mold, then compressed and processed by repeated pressing steps to the desired diameter and a corresponding large head piece.

As a result, the material cost can be reduced significantly as only minor chipping work has to be undertaken in the second process step of after-turning, since the blank is almost in the shape of the final product. Due to the significantly lower amount of energy required for cold forming and the lower need for re-turning, a saving of approximately 600,827 kWh can be reached. This constitutes a saving of 316.636 kg CO<sub>2</sub> per year (based on the most recent CO<sub>2</sub> emission factor power mix for the year 2016). Due to the more efficient blanks in our innovative process, 119,724 kg of raw steel can be saved. Since it takes approximately 5,600 kWh to produce one metric ton of crude steel, this is below the most recent CO<sub>2</sub> emission factor power mix for the year 2016, and constitutes a saving of 353,329 kg CO<sub>2</sub>. Overall, this leads to a CO<sub>2</sub> reduction of 669,965 kg per year. In addition, the necessary (and to be disposed) cooling lubricants are reduced by 1,260 liters.

Keywords: Resource Efficiency, Automotive, Cold Forming, New Technology, Material Saving, Electricity Saving, CO<sub>2</sub>- Saving

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. Einleitung .....</b>	<b>6</b>
1.1. Kurzbeschreibung des Unternehmens und ggf. der Projektpartner.....	6
1.2. Ausgangssituation .....	7
<b>2. Vorhabenumsetzung.....</b>	<b>9</b>
2.1. Ziel des Vorhabens.....	9
2.2. Technische Lösung (Auslegung und Leistungsdaten) .....	10
2.3. Umsetzung des Vorhabens .....	17
2.4. Behördliche Anforderungen (Genehmigungen) .....	18
2.5. Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten .....	18
2.6. Konzeption und Durchführung des Messprogramms.....	18
<b>3. Ergebnisdarstellung zum Nachweis der Zielerreichung.....</b>	<b>18</b>
3.1. Bewertung der Vorhabendurchführung .....	18
3.2. Stoff- und Energiebilanz.....	19
3.3. Umweltbilanz .....	20
3.4. Wirtschaftlichkeitsanalyse .....	23
3.5. Technischer Vergleich zu konventionellen Verfahren .....	24
<b>4. Übertragbarkeit .....</b>	<b>24</b>
4.1. Erfahrungen aus der Praxiseinführung .....	24
4.2. Modellcharakter/Übertragbarkeit (Verbreitung und weitere Anwendung des Verfahrens/der Anlage/des Produkts).....	25
<b>5. Zusammenfassung/ Summary .....</b>	<b>25</b>
<b>6. Literatur .....</b>	<b>36</b>
<b>7. Anhang .....</b>	<b>36</b>

## 1. Einleitung

### 1.1. Kurzbeschreibung des Unternehmens und ggf. der Projektpartner

Die TIGGES GmbH & Co. KG (TIGGES) versteht sich als Anbieter von Spezialverbindungselementen. Gegründet im Jahr 1925 und seither fest im Familienbesitz, ist TIGGES einer der führenden Spezialhersteller von Verbindungselementen weltweit. Der Geschäftssitz befindet sich in Wuppertal in der Kohlfurther Brücke 29. Aktuell sind ca. 140 Mitarbeiter im Unternehmen beschäftigt. Der Umsatz beträgt etwa 19 Mio. Euro p.a.

Die hauseigene Fertigung in den Bereichen Kaltumformung, Zerspanen, Schleifen und Warmumformung ermöglicht uns eine flexible Produktion von individuellen Sonderanfertigungen speziell nach Kundenwunsch. Präzise Planung, kompetente Ingenieursleistung und beste Materialien werden Schritt für Schritt kombiniert, um das konstruierte Produkt auf modernsten und innovativen Maschinen zu fertigen.

Die Unternehmensgruppe besteht aus TIGGES und dem persönlich haftenden Gesellschafter, der TIGGES Verwaltungs-GmbH. Komplementärin ohne Kapitaleinlage ist die TIGGES Verwaltungs-GmbH. Die TIGGES Verwaltungs-GmbH hat ein Stammkapital von 28.000 € und ist vollständig eingezahlt. Siehe HRB Auszug, es handelt sich hier um eine Einheitsgesellschaft.

Aktuelle Kommanditisten von TIGGES:

Herr Gerd Lebrecht TIGGES (Einlage: 306.775,12 EUR) entspricht 18,18 %

Herr Jens TIGGES (Einlage: 1.380.488,08 EUR) entspricht 81,82 %

Der Internetauftritt beinhaltet im Zuge einer Marketingmaßnahme neben TIGGES Deutschland auch Taiwan, USA, Malaysia und Japan. Die Unternehmen in Malaysia und Japan sind selbständige, nicht kapitalverbundene Unternehmen. TIGGES Taiwan ist ein Branch Office und erledigt Einkauf- und Qualitätsfunktionen mit sieben Mitarbeitern für die TIGGES GmbH & Co. KG. TIGGES USA, Inc. Diese Firma ist wie TIGGES Taiwan der TIGGES Verwaltungs-GmbH unterstellt, hat drei Vertriebsmitarbeiter und ein kleines Lager.

## 1.2. Ausgangssituation

Es handelt sich um eine Turboladerwelle, die TIGGES als Rohling fertigt. Diese wird in verschiedenste PKW-Motoren eingebaut.

Aktuell werden Turboladerwellen bei TIGGES, wie auch bei anderen Marktteilnehmern, aus Vollmaterial durch ein Drehspanverfahren gefertigt. Hierbei werden die Rohlinge durch spanabhebende Verfahren mit sehr großen Spanabfällen und entsprechendem Arbeitsaufwand hergestellt (Einsatzgewicht zu Fertigteil 14,4 Kg per 100).

An die Turboladerwellen werden hohe Anforderungen in Form von Material, Geradheit und Bearbeitungsgenauigkeit gestellt, denn diese Welle dreht mit dem angeschweißten Verdichterrad über 300.000 Umdrehungen pro Minute. Das Anschweißen, Überdrehen und Wuchten übernimmt der Kunde selbst.

Bei der aktuellen Methode der Herstellung wird das herzustellende Teil bei TIGGES mit hohem Materialeinsatz und langer Bearbeitungszeit komplett aus Vollmaterial gedreht. Daraus ergibt sich jedoch auch die Notwendigkeit von nahezu 4 kompletten Drehmaschinenkapazitäten.



*Abbildung 1 Fertigung aus Vollmaterial 187.239 kg*





Abbildung 2 notwendige 4 konventionelle Drehmaschinen

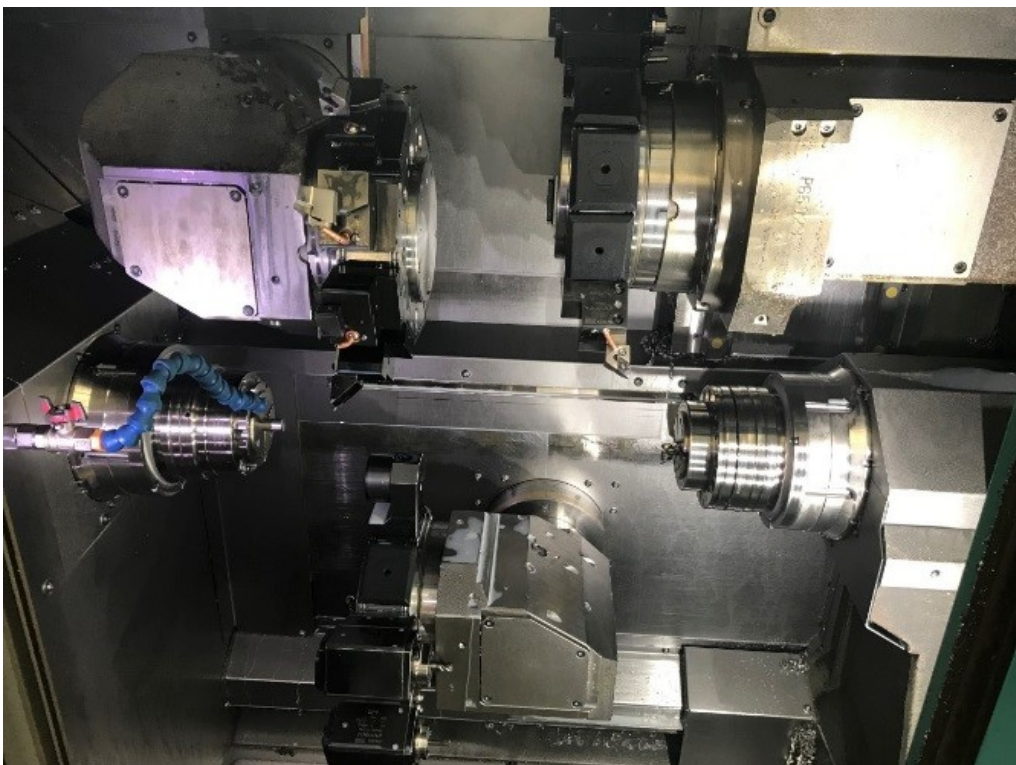


Abbildung 3 Drehprozess bei Vollmaterial

Potentielle Auftraggeber haben eine deutliche Erhöhung der abzunehmenden Menge in Aussicht gestellt. Diese Erhöhung der Produktionsmenge würde eine deutliche Erhöhung

sowohl des entstehenden Spanabfalls, des notwendigen Kühlmittels als auch des notwendigen Energiebedarfs nach sich ziehen. Aus diesem Grund hat TIGGES sich entschieden, ein neues Verfahren zur Herstellung dieser Turboladerwellen zu testen. Nachdem die entsprechenden Tests zufriedenstellende Ergebnisse lieferten, plante TIGGES nun, das Verfahren im Großmaßstab einzusetzen und somit einerseits die möglichen Stückzahlen deutlich zu erhöhen und andererseits ein ressourcenschonenderes Verfahren für die Herstellung einzusetzen.

## **2. Vorhabenumsetzung**

### **2.1. Ziel des Vorhabens**

Zielstellung des Projektes ist eine schnellere und materialsparende Herstellung von Turboladerwellen durch Aufteilung des bisherigen rein zerspanenden Herstellungsprozesses in zwei Teilprozesse, die deutlich weniger Spanabfälle verursachen und einen deutlich geringeren Energieaufwand benötigen. Hierbei wird im ersten Schritt erstmalig ein Zerspanungsprozess durch Kaltumformung substituiert. Die Innovation besteht darin, einen vorhandenen Prozess (Drehen) in zwei Teilschritte (Kaltumformung und Nachdrehprozess) aufzugliedern und hierdurch Material (Abfall) und Energie einzusparen.

Zur Umsetzung des Vorhabens bei TIGGES sollte eine Maschine des Spezialanlagenbauers Transco GmbH erworben (Typ Audrema tc 10 mit spezieller Ausstattung) und mit entsprechender Robotertechnik zur Entnahme der Werkstücke ergänzt werden.

Eine Maschine dieses Typs und dieser Ausstattung ist bisher nicht in Deutschland installiert.





Abbildung 4 Innovationsprozess Ausgangsmaterial Draht



Abbildung 5 Innovationsprozess Kaltumformung



Abbildung 6 Rohlinge nach Kaltumformung mit



Abbildung 7 umgeformtes Rohteil

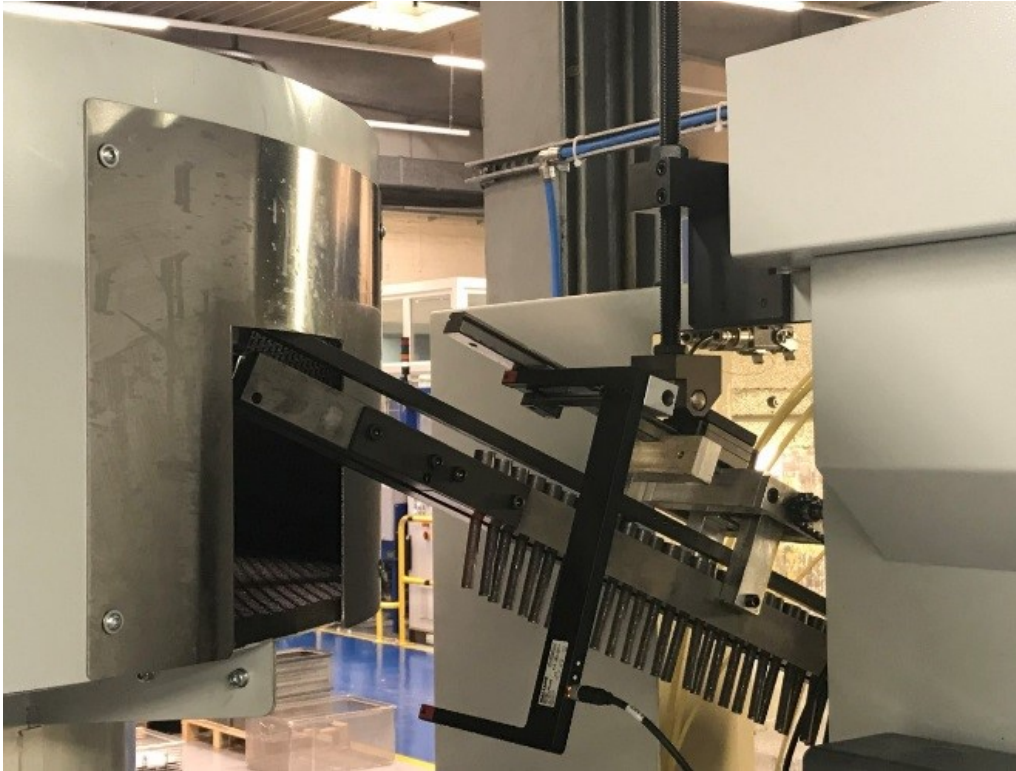
Im Ergebnis lässt sich hierdurch der Materialaufwand erheblich senken, da nun im zweiten Prozessschritt des Nachdrehens lediglich noch kleine Abspannarbeiten vorgenommen werden müssen, da der Rohling nahezu die Form des Endproduktes besitzt.

Besonders deutlich wird die Materialersparnis, wenn die Einsatzgewichte der jeweiligen Fertigungsverfahren betrachtet werden. Im ursprünglichen Fertigungsverfahren belief sich das Einsatzgewicht auf 14,4 kg/100 Teile. Im Innovationsprozess wird lediglich ein Einsatzgewicht von 4,863 kg/100 Teile benötigt. Dies entspricht einer Materialeinsparung von 66,23 %. Zu beachten ist hierbei, dass nicht nur eine entsprechende Menge Ausgangsmaterial eingespart wird, sondern auch durch den nur noch in geringem Umfang notwendigen Nachdrehprozess eine fast ebenso große Menge Spanabfall vermieden wird.

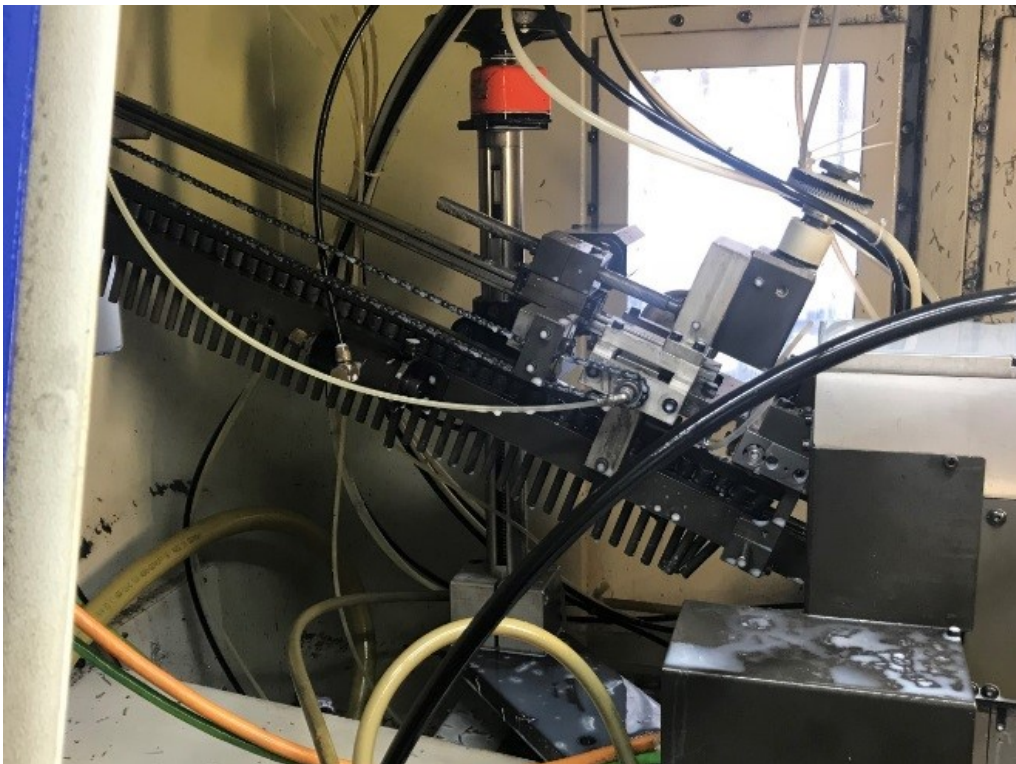
Zusätzlich kann der ursprüngliche Betrieb von 3,8 konventionellen Drehmaschinen und der damit verbundene Energiebedarf durch einen deutlich geringeren notwendigen Energiebedarf im Innovationsprozess reduziert werden, was zu einer deutlichen Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen führt.



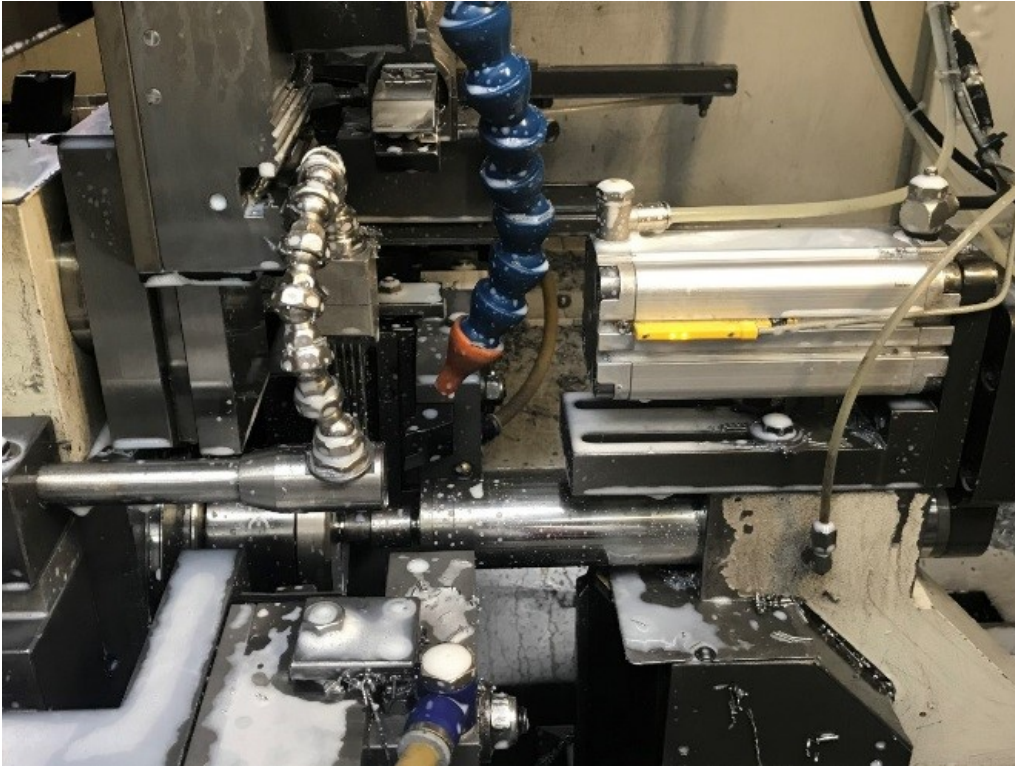
*Abbildung 8 Gesamtanlage Innovationsprojekt*



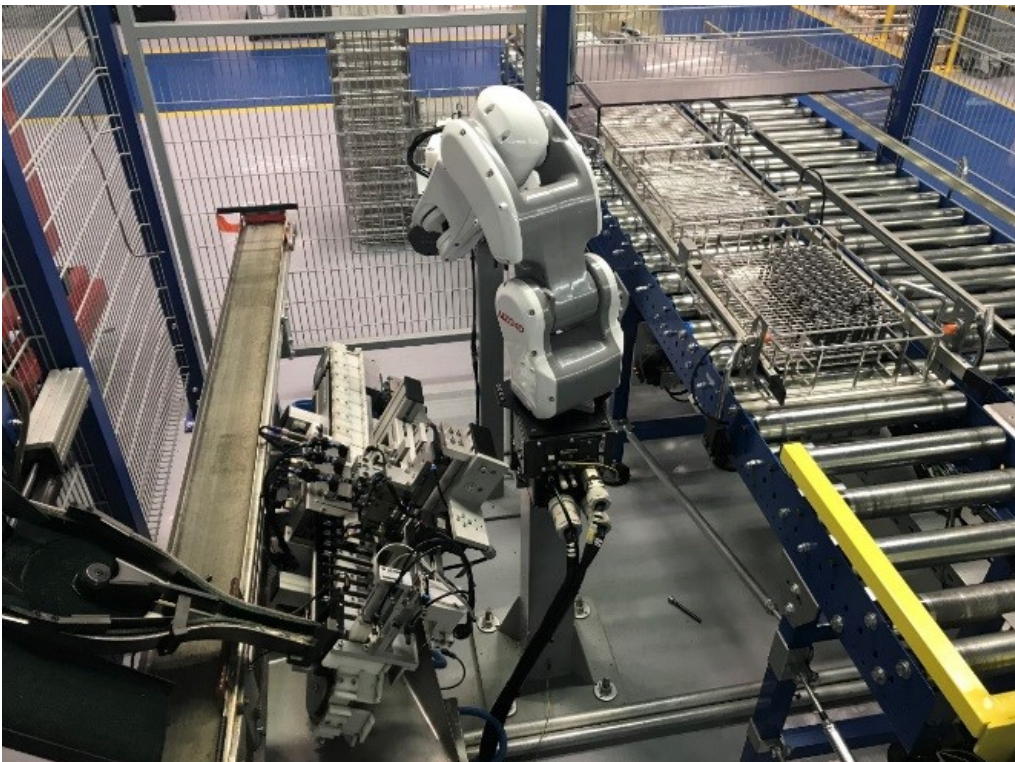
*Abbildung 9 Zuführung der kalt geformten Teile*



*Abbildung 10 Vereinzelung in der Maschine*



*Abbildung 11 zerspanende Bearbeitung des Kopfes*



*Abbildung 12 Ausbringung und Palettierung mit Robotertechnik*





Abbildung 13 Teil ohne Schlagstellen, 0,001 mm K.O. Kriterium



Abbildung 14 Prozessgeschwindigkeit 7,5 Stück/Minute

Als positiver Nebeneffekt werden Fertigungskapazitäten auf vorhandenen konventionellen Drehmaschinen frei, die letztendlich zu einem höheren Ertrag führen, da zusätzliche Aufträge gefertigt werden können.

Jeder der beiden Teilprozesse ist durch die Fertigung auf jeweils spezialisierten Maschinen effektiver als der einzelne Prozess.

Der Kunde benötigt 1.300.000 Teile im Jahr. Würden wir diese herkömmlich aus dem Vollmaterial drehen, so wären 3,8 konventionelle Drehmaschinen belegt. Solch eine Investition von ca. 1.6 Mio. € würde die Rentabilität dieses Produktionsprozesses zusätzlich deutlich verringern. Unser erster Teilprozess (die Kaltumformung) belegt unsere vorhandene Maschine lediglich 12 Tage. Hierdurch können jedoch ca. 124 Tonnen Rohmaterial im Wert von ca. 170 T€ eingespart werden. Der zweite Prozess (Nachdrehprozess) benötigt 312 Tage. Beide Teilprozesse benötigen zusammen ca. 611.000 kWh weniger Energie als der ursprüngliche Prozess.

### 2.3. Umsetzung des Vorhabens

Aufgrund der vorgegebenen Auftragsmenge von mindestens 1.300.000 Stück p.a. musste ein Fertigungsverfahren gefunden werden um Material einzusparen. Letztendlich kam für uns nur die Umformung in Frage. Da die Produkte einen sehr hohen Anspruch an Genauigkeit besitzen, kam für dieses Produkt lediglich unsere neueste Kaltumformungsmaschine in Frage. Mit dem weiteren hohen Anspruch an Genauigkeit und Schnelligkeit in Bezug auf den Nachdrehprozess konnten wir auf die Nachdrehtechnologie der Transco-Drehmaschinen setzen, da diese bereits in der Vergangenheit die notwendigen Parameter erfüllen konnten.

Zusätzlich musste ein geeigneter Entwicklungspartner im Maschinenbau finden, der langjährige Erfahrungen auf dem Gebiet besitzt, sowie sich verschiedener Grundkomponenten (Bausteinen) aus seinem Maschinenprogramm bedienen kann. Auch hier erschien uns die Firma Transco als geeignet. Zusätzlich ist es für das Endprodukt unumgänglich, dass ein Handlingsystem entwickelt werden kann, welches eine schnelle und teileschonende Bewegung der Teile garantiert, was die eigentliche Grundvoraussetzung für die geforderte Qualität darstellt. Hier wählten wir mit der Firma Famag den aus unserer Sicht passenden Projektpartner. Gleichzeitig war eine ständige Koordination der beteiligten

Unternehmen und Aufgaben notwendig, um mit entsprechender sukzessiver Fehlerbeseitigung und Detailverbesserungen einen stabilen, wiederholgenauen und in gleichbleibend hoher Qualität laufenden Prozess zu erreichen.

#### 2.4. Behördliche Anforderungen (Genehmigungen)

Es gab keine behördlichen Anforderungen und es mussten keine Genehmigungen eingeholt werden.

#### 2.5. Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten

Die Maschine ist an einem MDE (Maschinendatenerfassung) angeschlossen. Laufzeiten, Störungen und Gutteile am Schichtende werden erfasst. Ausschuss wird als Sammelausschuss gemeldet. Verbrauch von Rohmaterial und Energie wird aufgrund des Einsatzgewichtes sowie aus den Anschlusswerten und Laufzeiten errechnet. Die gemessenen und ausgewerteten Ergebnisse fließen in die Kalkulation des Folgeauftrages dieses Produktes ein.

#### 2.6. Konzeption und Durchführung des Messprogramms<sup>1</sup>

Es existiert kein separates Messprogramm für die Ergebnisse der Maschine. Entspricht die ausgestoßene Menge den kalkulierten Werten, dann funktioniert die Maschine und die theoretischen Einsparungen werden in der Praxis realisiert.

### **3. Ergebnisdarstellung zum Nachweis der Zielerreichung**

#### 3.1. Bewertung der Vorhabendurchführung

Das Vorhaben konnte grundsätzlich erfolgreich umgesetzt werden. Es gab und gibt noch immer unterschiedliche kleine Schwierigkeiten in Bezug auf das Teilehandling sowie Spanprobleme. Hier wurden im Entwicklungsprozess unzählige Verbesserungen umgesetzt, angefangen von Reinigungsplänen und zusätzlichen Luftdüsen, um regelmäßig Späne aus der

---

<sup>1</sup> Sofern durchgeführt

Anlage zu befördern. Die Vereinzeltungsrichtungen wurden mehrfach überarbeitet, da ein Zusammenstoßen von zwei Teilen zu Schlagmarken führt und damit aufgrund der sehr hohen Qualitätsansprüche zu einer Nichtverwendbarkeit dieser Teile. Diese Anlage besitzt aktuell noch einen unerwartet hohen Betreuungsaufwand. Statt 1/3 Mann werden praktisch 2/3 Mann benötigt. Das hat jedoch nur Auswirkung auf die Herstellungskosten der Bauteile, nicht jedoch auf die gemessenen Einsparungen der Maschine.

### 3.2. Stoff- und Energiebilanz

Die Betrachtung umfasst die Mengen für den Jahresbedarf von 1.300.000 Teilen des Kunden als absolute und relative Zahlen.

#### Vorher-/Nachherbetrachtung (Ausgangssituation und Innovation)

Stoff/Energie	Ausgangssituation	Innovation	abs. Einsparung	rel. Einsparung
Material Stahl	187.239 kg	63.219 kg	124.020 kg	-66,20%
Energie Strom	758.333 kW	147.483 kW	610.851 kW	-80,60%
Kühlschmierstoff	1520 Liter	260 Liter	1.260 Liter	-82,90%

#### Vergleich zum aktuellen Stand der Technik in der Branche

Es existieren in Deutschland zahlreiche Kaltumformungsunternehmen und eine Vielzahl von Drehereien. Uns ist kein Hersteller bekannt, der diese verschiedenen Fertigungstechnologien miteinander verbindet. Nach unserem Kenntnisstand werden ähnliche Werkstücke ausschließlich aus Vollrohlingen gefertigt und sind mit einem entsprechend hohen Energie und Materialaufwand verbunden.

#### Ursprünglich definierte Ziele / Ergebnisse nach Projektumsetzung

Aufgrund der unter Punkt 3.1 beschriebenen Störungen leidet aktuell noch die Produktivität, d.h. wir haben statt einkalkulierten 3 % Ausschuss aktuell noch ca. 10 %, statt kalkulierten 80 % Produktivität lediglich ca. 72 %. Wir arbeiten daran und gehen davon aus, dass wir in den

nächsten 12 Monaten durch Feintuning die Werte ins Ziel bekommen. Aktuell besitzt noch die Versorgung des Kunden oberste Priorität.

Stoff/Energie	Zielstellung	IST Zustand	Abweichung	
			absolut	relativ
Material Stahl (kg)	63.219	67.515	4.296	6,80%
Energie Strom kWh	147.483	157.506	10.023	6,80%
Kühlschmierstoff Liter	260	260	0	0,00%

### 3.3. Umweltbilanz

#### Prämissen und ursprüngliche Zielstellung:

Produktionsmenge p.a. 1.300.000 Stück

Einheit	Ausgangssituation	Zielstellung	Abweichung
Einsatzgewicht kg/100 Teile	14,403	4,86	-9,54
Gesamteinsatzgewicht kg	187.239	63.219	-124.020
Preis je 100 Stück	112,48	64,80	-47,68
Umsatz bei 1.300.000 Teilen	1.462.240	842.400	-619.840
Gewinnmarge	2,50%	10,00%	7,50%
Gewinn	36.556	84.240	47.684

Position	Menge	Einheit
Stahlpreis €/kg	1,37	€/kg
Notwendige Energiemenge Herstellung 1 t Stahl	5.600	kWh
CO <sub>2</sub> Ausstoß Strom	0,527	kg CO <sub>2</sub> /kWh
Strompreis TIGGES	0,1481	€/je kWh
Einkauf Schmierstoff	5,38	€/Liter
Entsorgung Schmierstoff	0,17	€/Liter

**Vergleich Ausgangssituation und ursprüngliche Zielstellung:**

Produktionsmenge p.a. 1.300.000

Stoff/Energie	Ausgangssituation	Zielstellung	Einsparung	
			absolut	relativ
Material Stahl (kg)	187.239	63.219	124.020	-66,24%
Energie Strom kWh	758.333	147.483	610.851	-80,55%
Kühlschmierstoff Liter	1.520	260	1.260	-82,89%
Energie Produktionsprozess	758.333	157.506	600.827	-79,23%
Energie je Stück in kWh	0,583	0,121	0,462	-79,23%
kg CO <sub>2</sub> / Stück	0,307	0,064	0,244	-79,23%

**Vergleich ursprüngliche Zielstellung und IST-Zustand:**

Stoff/Energie	Zielstellung	IST-Zustand	Abweichung	
			absolut	relativ
Material Stahl (kg)	63.219	67.515	4.296	6,80%
Energie Strom kWh	147.483	157.506	10.023	6,80%
Kühlschmierstoff Liter	260	260	0	0,00%

**Vergleich Ausgangssituation und IST-Zustand:**

Stoff/Energie	Ausgangssituation	IST-Zustand	Einsparung	
			absolut	relativ
Material Stahl kg	187.239	67.515	119.724	-63,94%
Energie Strom kWh	758.333	157.506	600.827	-79,23%
Kühlschmierstoff Liter	1.520	260	1.260	-82,89%

Zur Quantifizierung der Umweltentlastung werden nachfolgend die Bereiche Stromersparnis, Einsparung an Ausgangsmaterial (Rohstahl) sowie Einsparung an Kühlschmierstoffen noch einmal verbal betrachtet. Ausgangspunkt hierfür ist eine Produktionsmenge von 1.300.000 Stück.

**Stromeinsparung:**

Aufgrund der deutlich geringeren notwendigen Energiemenge bei der Kaltumformung und der geringeren Notwendigkeit des Nachdrehens ergibt sich aktuell eine Stromeinsparung von ca. 600.827 kWh. Dies entspricht basierend auf dem aktuellsten vorliegenden CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor Strommix des Jahres 2016

([https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-05-22\\_climate-change\\_15-2017\\_strommix.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-05-22_climate-change_15-2017_strommix.pdf)) eine Einsparung von 316.636 kg CO<sub>2</sub>.

**Materialeinsparung:**

Aufgrund der effizienteren Rohlinge in unserem innovativen Prozess können aktuell 119.724 kg Rohstahl eingespart werden. Da zur Herstellung einer Tonne Rohstahl ca. 5.600 kWh (vgl. <http://eneff-industrie.info/quickinfos/energieintensive-branchen/daten-zu-besonders-energiehungrigen-produktionsbereichen/>) aufgewendet werden müssen, entspricht dies wieder unter Zugrundelegung des aktuellsten CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor Strommix des Jahres 2016 einer Einsparung von 353.329 kg CO<sub>2</sub>. Insgesamt führt dies zu einer CO<sub>2</sub>-Reduzierung von 669.965 kg p.a.

Die Stückbetrachtung liefert folgende Ergebnisse:

**Ursprungsprozess:**

Basierend auf der ursprünglich notwendigen Energiemenge für 1.300.000 Stück in Höhe von 758.333 kWh ergibt sich ein Energieaufwand in Höhe von 0,583 kWh je Stück und damit ein CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 0,307 kg je Stück.

**Innovationsprozess:**

Nach Umsetzung der Innovation werden aktuell lediglich noch 157.506 kWh für die gleiche Stückzahl benötigt. Damit sinkt der Energieeinsatz auf 0,121 kWh je Stück, was wiederum einen CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 0,064 kg je Stück ergibt. Prozentual lässt sich damit eine Reduzierung in Höhe von 79,23 % ermitteln.

Sollten wir die geplante Produktivität in den nächsten 12 Monaten wie erwartet erreichen, erhöht sich dieser Wert sogar auf insgesamt 687.927 kg CO<sub>2</sub>-Einsparung und der CO<sub>2</sub>-Ausstoß je Stück reduziert sich noch weiter.

## Kühlschmierstoffe:

Die notwendigen Kühlschmierstoffe konnten um 1.260 Liter reduziert werden. Daten zur Ermittlung des Energieeinsatzes zur Herstellung dieser Kühlschmierstoffe liegen uns nicht vor. Die monetäre Einsparung beläuft sich beim Beschaffungspreis von 5,38 Euro/Liter auf 6.779 Euro und bei der (nun nicht mehr notwendigen Entsorgung) dieser Menge und einem Entsorgungspreis von 0,17 Euro / Liter auf 214 Euro. Insgesamt können so weitere 6.993 Euro eingespart werden. Entscheidend ist jedoch hier auch eher die Vermeidung von 1.260 Litern zu entsorgender Kühlschmierstoffe.



Abbildung 15 Vergleich der Spanabfälle

### 3.4. Wirtschaftlichkeitsanalyse

Basierend auf der aktuellen Stromersparnis von 600.827 kWh bei einer Produktionsmenge von 1.300.000 Stück ergibt sich unter Zugrundelegung des derzeitigen Strompreises von 0,1481 Euro je kWh eine jährliche Einsparung in Höhe von 88.982 Euro.

Durch den geringeren Materialeinsatz in Höhe von 119.724 kg Rohstahl und einem



Einkaufspreis von 1,37 Euro je kg Rohstahl lassen sich hier weitere 164.022 Euro p.a. einsparen.

Die Ersparnis bei den Kühlschmierstoffen beläuft sich auf 6.993 Euro p.a.

**Damit liegt die Gesamtersparnis bei 259.997 Euro p.a.**

Der Preis des bisherigen Drehteils lag bei 112,48 € je 100 Teile mit 2,5 % Gewinnmarge.

Der Verkaufspreis der hergestellten Teile beträgt nun 64,80 Euro je 100 Teile mit ca. 10% Gewinnmarge. Der Gewinn bei den 1.300.000 Stück steigt somit von ca. 36.556 auf ca.

84.240 € effektiv p.a. Die Einsparungen an Material und Energie werden bei TIGGES

realisiert, senken aber das Preisniveau der Turboladerwelle in der gesamten

Produktionskette bis zum fertigen Endprodukt. Somit kann der Kunde von TIGGES günstiger seinem Kunden anbieten und seine Marktposition ausbauen. Bezogen auf einen 5

Jahreszeitraum wird damit eine Gesamtkosteneinsparung von ca. 1.299.987 Euro erwartet.

Die Amortisationsrechnung zeigt, dass der Break-Even ohne Förderung nach ca. 37 Monaten erreicht wird. Unter Einbeziehung der Förderung verkürzt sich die Amortisationsdauer auf ca. 31 Monate.

### 3.5. Technischer Vergleich zu konventionellen Verfahren

Die Innovation besteht darin, einen vorhandenen Prozess (Drehen) in zwei Teilschritte (Kaltumformung und Nachdrehprozess) aufzugliedern und hierdurch Material und Energie einzusparen. Wir verweisen hierzu auf die Darstellung unter Punkt 2.1.

## 4. Übertragbarkeit

### 4.1. Erfahrungen aus der Praxiseinführung

Die Projektkoordination mit insgesamt 3 beteiligten Projektpartnern stellt einen recht hohen Aufwand dar, insbesondere dann, wenn es sich um ein für alle Seiten neuartiges Zusammenspiel verschiedenster Anforderungen handelt. Kurzfristige Anpassungs- und Änderungswünsche an der Anlage lassen sich nicht schnell genug koordinieren. Bei Folgeprojekten sollte daher mehr Zeit und vor allem finanzieller Spielraum einkalkuliert werden. Zusätzlich stellte sich für uns dabei heraus, dass möglicherweise längere Konzeptionsphasen, damit jedoch einfachere und weniger störanfällige Verfahrensschritte vorteilhafter sein können.

#### 4.2. Modellcharakter/Übertragbarkeit (Verbreitung und weitere Anwendung des Verfahrens/der Anlage/des Produkts)

Diese Anlage ist für eine gewisse Anzahl von Unternehmen interessant, die in der Kaltumformung zu Hause sind und ein breiteres Teilespektrum anbieten wollen. Dies sind geschätzt ca. die Hälfte aller Kaltumformer, aber auch nur die, welche sich auf Sonderzeichnungsteile konzentrieren. Die Anzahl der Kaltumformer in Deutschland lässt sich schwer abschätzen. Konkrete Zahlen liegen nicht vor. Wir gehen davon aus, dass in Deutschland ca. 500 Kaltumformer vertreten sind, wobei einige sich dabei auf sehr spezielle Nischenprodukte konzentrieren, sodass ein Vergleich mit unserem Unternehmen schwerfällt. Weiterhin könnte die Anlage vom Fertigungsumfang interessant für Lohnfertiger sein, aber auch eben nur solche, die sich mit hochwertigen Produkten auseinandersetzen, da die Anlage sehr kostenintensiv ist. Sie ist ungeeignet für klassische Drehereien, da diese schwer an vorgeformte Rohlinge herankommen. Solch eine Anlage kann innerhalb eines Jahres in anderen Unternehmen aufgebaut und in Betrieb gesetzt werden. Wir haben von unserem Kunden schon gehört, dass sich Wettbewerber an solch einer Fertigung versuchen.

### 5. Zusammenfassung/ Summary

#### – Einführung

Die TIGGES GmbH & Co. KG (TIGGES) versteht sich als Anbieter von Spezialverbindungselementen. Gegründet im Jahr 1925 und seither fest im Familienbesitz, ist TIGGES einer der führenden Spezialhersteller von Verbindungselementen weltweit. Der Geschäftssitz befindet sich in Wuppertal in der Kohlfurther Brücke 29. Aktuell sind ca. 140 Mitarbeiter im Unternehmen beschäftigt. Der Umsatz beträgt etwa 19 Mio. Euro p.a. Die hauseigene Fertigung in den Bereichen Kaltumformung, Zerspanen, Schleifen und Warmumformung ermöglicht uns eine flexible Produktion von individuellen Sonderanfertigungen speziell nach Kundenwunsch. Präzise Planung, kompetente Ingenieursleistung und beste Materialien werden Schritt für Schritt kombiniert, um das konstruierte Produkt auf modernsten und innovativen Maschinen zu fertigen. Es handelt sich um eine Turboladerwelle, die TIGGES als Rohling fertigt. Diese wird in verschiedenste PKW-Motoren eingebaut. Aktuell werden Turboladerwellen bei TIGGES, wie auch bei anderen Marktteilnehmern, aus Vollmaterial durch ein Drehspanverfahren gefertigt. Hierbei werden die Rohlinge durch spanabhebende Verfahren mit sehr großen Spanabfällen und

entsprechendem Arbeitsaufwand hergestellt (Einsatzgewicht zu Fertigteil 14,4 Kg per 100 Stück). An die Turboladerwellen werden hohe Anforderungen in Form von Material, Geradheit und Bearbeitungsgenauigkeit gestellt, denn diese Welle dreht mit dem angeschweißten Verdichterrad über 300.000 Umdrehungen pro Minute. Das Anschweißen, Überdrehen und Wuchten übernimmt der Kunde selbst. Bei der aktuellen Methode der Herstellung wird das herzustellende Teil bei TIGGES mit hohem Materialeinsatz und langer Bearbeitungszeit komplett aus Vollmaterial gedreht. Daraus ergibt sich jedoch auch die Notwendigkeit von nahezu 4 kompletten Drehmaschinenkapazitäten. Potentielle Auftraggeber haben eine deutliche Erhöhung der abzunehmenden Menge in Aussicht gestellt. Diese Erhöhung der Produktionsmenge würde eine deutliche Erhöhung sowohl des entstehenden Spanabfalls, des notwendigen Kühlmittels als auch des notwendigen Energiebedarfs nach sich ziehen. Aus diesem Grund hat TIGGES sich entschieden, ein neues Verfahren zur Herstellung dieser Turboladerwellen zu testen. Nachdem die entsprechenden Tests zufriedenstellende Ergebnisse lieferten, plante TIGGES nun, das Verfahren im Großmaßstab einzusetzen und somit einerseits die möglichen Stückzahlen deutlich zu erhöhen und andererseits ein ressourcenschonenderes Verfahren für die Herstellung einzusetzen.

#### – **Vorhabenumsetzung**

Zielstellung des Projektes ist eine schnellere und materialsparende Herstellung von Turboladerwellen durch Aufteilung des bisherigen rein zerspanenden Herstellungsprozesses in 2 Teilprozesse die deutlich weniger Spanabfälle verursachen und einen deutlich geringeren Energieaufwand mit sich bringen. Hierbei wird im ersten Schritt erstmalig ein Zerspanungsprozess durch Kaltumformung substituiert. Die Innovation besteht darin, einen vorhandenen Prozess (Drehen) in zwei Teilschritte (Kaltumformung und Nachdrehprozess) aufzugliedern und hierdurch Material (Abfall) und Energie einzusparen. Zur Umsetzung des Vorhabens bei TIGGES sollte eine Maschine des Spezialanlagenbauers Transco GmbH erworben (Typ Audrema tc 10 mit spezieller Ausstattung) und mit entsprechender Robotertechnik zur Entnahme der Werkstücke ergänzt werden. Die technische Lösung besteht darin, dass ein Zerspanungsprozess in zwei Teilprozesse aufgeteilt wird und dadurch Material, Energie und insbesondere CO<sub>2</sub> eingespart wird.

Im bisherigen Prozess wurde ein zylinderförmiger Vollmaterialrohling mit einem Durchmesser von 15 mm auf konventionellen Standarddrehmaschinen bearbeitet. Aufgrund der Form des Werkstückes entstand hierbei eine große Abfallmenge, da 80 mm der 92,3 mm Gesamtlänge

auf einen Durchmesser von lediglich 8 mm abgedreht werden mussten. Lediglich der Kopf der Turboladerwelle mit einer Länge von 12,3 mm besitzt einen Durchmesser von 14,1 mm.

Hierdurch wurde bisher durch die Form des Endproduktes (vgl. Abbildung) ein großer Teil des Vollmaterials im Drehprozess entfernt und musste als Abfall entsorgt werden. Zusätzlich benötigten wir durch die damit verbundene deutlich erhöhte Bearbeitungszeit eines einzelnen Werkstücks eine größere Anzahl entsprechender Drehmaschinen.

Die Innovation besteht nun darin, den bisherigen reinen Drehprozess in die Teilprozesse Kaltumformung und einen deutlich geringeren Nachdrehprozess aufzuteilen.

Hierzu wird im ersten Teilschritt eine entsprechende Länge des notwendigen Ausgangsdrahtes abgeschnitten. Dieses Ausgangsmaterial wird in eine entsprechende Form eingebracht und durch mehrmalige Pressschritte auf den gewünschten Durchmesser sowie ein entsprechend großes Kopfstück gestaucht und bearbeitet.

Im Ergebnis lässt sich hierdurch der Materialaufwand erheblich senken, da nun im zweiten Prozessschritt des Nachdrehens lediglich noch kleine Abspannarbeiten vorgenommen werden müssen, da der Rohling nahezu die Form des Endproduktes besitzt.

#### – Ergebnisse

Das Vorhaben konnte grundsätzlich erfolgreich umgesetzt werden. Es gab und gibt jedoch noch immer unterschiedliche kleine Schwierigkeiten in Bezug auf das Teilehandling sowie Spanprobleme. Hier wurden im Entwicklungsprozess unzählige Verbesserungen umgesetzt, angefangen von Reinigungsplänen und zusätzlichen Luftdüsen, um regelmäßig Späne aus der Anlage zu befördern. Die Vereinzelungsvorrichtungen wurden mehrfach überarbeitet, da ein Zusammenstoßen von zwei Teilen zu Schlagmarken führt und damit aufgrund der sehr hohen Qualitätsansprüche zu einer Nichtverwendbarkeit dieser Teile.

Die Betrachtung umfasst die Mengen für den Jahresbedarf von 1.300.000 Teilen des Kunden als absolute und relative Zahlen.

Stoff/Energie	Ausgangssituation	Innovation	abs. Einsparung	rel. Einsparung
Material Stahl	187.239 kg	63.219 kg	124.020 kg	-66,20%
Energie Strom	758.333 kW	147.483 kW	610.851 kW	-80,60%
Kühlschmierstoff	1520 Liter	260 Liter	1.260 Liter	-82,90%

### Vergleich Ausgangssituation und IST-Zustand:

Stoff/Energie	Ausgangssituation	IST-Zustand	Einsparung	
			absolut	relativ
Material Stahl (kg)	187.239	67.515	119.724	-63,94%
Energie Strom kWh	758.333	157.506	600.827	-79,23%
Kühlschmierstoff Liter	1.520	260	1.260	-82,89%

Zur Quantifizierung der Umweltentlastung werden nachfolgend die Bereiche Stromersparnis, Einsparung an Ausgangsmaterial (Rohstahl) sowie Einsparung an Kühlschmierstoffen noch einmal verbal betrachtet. Ausgangspunkt hierfür ist eine Produktionsmenge von 1.300.000 Stück.

#### Stromeinsparung:

Aufgrund der deutlich geringeren notwendigen Energiemenge bei der Kaltumformung und der geringeren Notwendigkeit des Nachdrehens ergibt sich aktuell eine Stromeinsparung von ca. 600.827 kWh. Dies entspricht basierend auf dem aktuellsten vorliegenden CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor Strommix des Jahres 2016, einer Einsparung von 316.636 kg CO<sub>2</sub> p.a.

#### Materialeinsparung:

Aufgrund der effizienteren Rohlinge in unserem innovativen Prozess können aktuell 119.724 kg Rohstahl eingespart werden. Da zur Herstellung einer Tonne Rohstahl ca. 5.600 kWh (vgl. <http://eneff-industrie.info/quickinfos/energieintensive-branchen/daten-zu-besonders-energiehungrigen-produktionsbereichen/>) aufgewendet werden müssen, entspricht dies wieder unter Zugrundelegung des aktuellsten CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor Strommix des Jahres 2016 einer Einsparung von 353.329 kg CO<sub>2</sub>. Insgesamt führt dies zu einer CO<sub>2</sub>-Reduzierung von 669.965 kg p.a.

#### Kühlschmierstoffe:

Die notwendigen Kühlschmierstoffe konnten um 1.260 Liter reduziert werden. Daten zur Ermittlung des Energieeinsatzes zur Herstellung dieser Kühlschmierstoffe liegen uns nicht vor. Die monetäre Einsparung beläuft sich beim Beschaffungspreis von 5,38 Euro/Liter auf 6.779 Euro und bei der (nun nicht mehr notwendigen Entsorgung) dieser Menge und einem Entsorgungspreis von 0,17 Euro / Liter auf 214 Euro. Insgesamt können so weitere 6.993 Euro eingespart werden. Entscheidend ist jedoch hier auch eher die Vermeidung von 1.260 Litern zu entsorgender Kühlschmierstoffe.

Basierend auf der aktuellen Stromersparnis von 600.827 kWh bei einer Produktionsmenge

von 1.300.000 Stück ergibt sich unter Zugrundelegung des derzeitigen Strompreises von 0,1481 Euro je kWh eine jährliche Einsparung in Höhe von 88.982 Euro.

Durch den geringeren Materialeinsatz in Höhe von 119.724 kg Rohstahl und einem Einkaufspreis von 1,37 Euro je kg Rohstahl lassen sich hier weitere 164.022 Euro p.a. einsparen.

Die Ersparnis bei den Kühlschmierstoffen beläuft sich auf 6.993 Euro p.a.

**Damit liegt die Gesamtersparnis bei 259.997 Euro p.a.**



Abbildung 16 Vergleich Spanabfälle

– **Ausblick**

Diese Anlage ist für eine gewisse Anzahl von Unternehmen interessant, die in der Kaltumformung zu Hause sind und ein breiteres Teilespektrum anbieten wollen. Dies sind geschätzt ca. die Hälfte aller Kaltumformer, aber auch nur die, welche sich auf Sonderzeichnungsteile konzentrieren. Die Anzahl der Kaltumformer in Deutschland lässt sich schwer abschätzen. Konkrete Zahlen liegen nicht vor. Wir gehen davon aus, dass in Deutschland ca. 500 Kaltumformer vertreten sind, wobei einige sich dabei auf sehr spezielle Nischenprodukte konzentrieren, sodass ein Vergleich mit unserem Unternehmen schwerfällt. Weiterhin könnte die Anlage vom Fertigungsumfang interessant für Lohnfertiger sein, aber auch eben nur solche, die sich mit hochwertigen Produkten auseinandersetzen, da die Anlage sehr kostenintensiv ist. Sie ist ungeeignet für klassische Drehereien, da diese schwer an vorgeformte Rohlinge herankommen. Solch eine Anlage kann innerhalb eines Jahres in anderen Unternehmen aufgebaut und in Betrieb gesetzt werden. Wir haben von unserem Kunden schon gehört, dass sich Wettbewerber an solch einer Fertigung versuchen.

## **Introduction**

TIGGES GmbH & Co. KG is a supplier of special fasteners. Founded in 1925 and family-owned ever since, TIGGES is one of the leading specialized manufacturers of fasteners worldwide. The official location for the company is in Kohlfurther Brücke 29, in Wuppertal/Germany. The company has about 140 employees. The total revenue is about 19 million Euro per year.

The in-house production in the areas of cold forming, machining, sanding and hot forming enables us to produce flexibly customized products according to individual customer requirements. Precise planning, competent engineering and high-quality materials are combined step by step to produce the designed product with the most modern and innovative machines.

TIGGES manufactures a turbocharger shaft as a blank, which is installed in various car engines. Turbocharger shafts are currently being manufactured by TIGGES as well as by other market participants from solid material using a turning chip process. The blanks are produced by machining processes with very large chip waste and a corresponding amount of work (operating weight to finished part 14.4 kg per 100 pieces).

High demands are placed on the turbocharger shafts regarding material, straightness and machining accuracy, because the shaft performs over 300,000 rotations per minute with the welded-on compressor wheel. Welding, over-tightening and balancing are done by the customer himself.

With the current production method, the part to be produced is built completely from solid material with high material usage and long processing time. However, this also results in the need for the capacity of nearly 4 complete lathes. Potential clients are promised a significant increase in the quantity to be purchased. This increase in production volume would entail a significant increase in both the resulting chip waste, the necessary coolant and the necessary energy requirement. For this reason, TIGGES has decided to test a new process for producing these turbocharger shafts. After the tests yielded satisfactory results, TIGGES plans to use the process on a large scale and with that significantly increase the possible quantities on one hand and use a resource-saving process for the production on the other hand.



## – Project implementation

The objective of the project is a faster and material-saving production of turbocharger shafts by splitting the previous purely machine production process into two sub-processes, which result in significantly less chip waste and marginally lower energy consumption.

With this, a cutting process is substituted by cold forming in the first step for the first time. The innovation is dividing an existing process (turning) into two steps (cold forming and post-turning process), thereby saving material (waste) and energy.

To implement the project at TIGGES, a machine from the specialized plant manufacturer Transco GmbH was to be acquired (type Audrema tc 10 with special equipment) and retrofitted with appropriate robot technology for the removal of the workpieces.

The technical solution is that a machining process is divided into two sub-processes, thereby saving material, energy and in particular CO<sub>2</sub>.

In the previous process, a cylindrical solid material blank with a diameter of 15 mm was machined on conventional standard lathes. Due to the shape of the workpiece, this resulted in a large amount of waste, since 80 mm of the 92.3 mm total length had to be turned to a diameter of only 8 mm. Only the head of the turbocharger shaft with a length of 12.3 mm has a diameter of 14.1 mm.

As a result, due to the shape of the end product (see illustration) a large part of the solid material was in the turning process and had to be disposed of as waste. In addition, we needed a larger number of suitable lathes due to the resulting increased processing time of a single workpiece.

The innovation is to divide the previous pure turning process into the sub-processes cold forming and a much lower post-turning process.

For this purpose, a corresponding length of the necessary output wire is cut off in the first sub-step. This starting material is placed into a corresponding mold, compressed and processed by repeated pressing steps to the desired diameter and a correspondingly large head piece.

As a result, the material cost can be significantly reduced, as now only minor chipping work needs to be undertaken in the second process step of after-turning, since the blank is almost in the shape of the final product.

– **Project result**

The project was successfully implemented. However, there have been and still are a few small difficulties in regard to partial handling as well as chip problems. Innumerable improvements were implemented in the development process, starting with cleaning schedules and additional air jets to regularly remove shavings from the plant. The separating devices have been reworked several times, as a collision of two parts leads to impact marks and thus due to the very high-quality standards to a non-usability of these parts.

The consideration includes the quantities for the annual demand of 1,300,000 parts of the customer as absolute and relative numbers.

Material / Energy	initial situation	innovation	absolute savings	relative savings
Material steel	187.239 kg	63.219 kg	124.020 kg	-66,20%
Energy electricity	758.333 kW	147.483 kW	610.851 kW	-80,60%
coolant	1520 liter	260 liter	1.260 liter	-82,90%

**Vergleich Ausgangssituation und IST-Zustand:**

Material/ Energy	Initial Situation	Actual State	Savings	
			absolute	relative
Material steel(kg)	187.239	67.515	119.724	-63,94%
Energy electricity kWh	758.333	157.506	600.827	-79,23%
Coolant Liter	1.520	260	1.260	-82,89%

To quantify the environmental relief, the areas of electricity savings, savings of raw material (raw steel) as well as savings in cooling lubricants will additionally be considered verbally. The starting point for this is an assumed production volume of 1,300,000 units per year.

**Electricity savings:**

Due to the significantly lower amount of energy required for cold forming and the lower need for re-turning, a saving of approximately 600,827 kWh can currently be realized. This constitutes a saving of 316.636 kg CO<sub>2</sub> per year (based on the most recent CO<sub>2</sub> emission factor power mix for the year 2016).

**Material savings:**

Due to the more efficient blanks in our innovative process, 119,724 kg of raw steel can be saved. Since it takes approximately 5,600 kWh (see <http://eneff->

industrie.info/quickinfos/energieintensive-branchen/daten-zu--onders-energiehungrigen-produktionsbereichen/) to produce one metric ton of crude steel, this is below the most recent CO<sub>2</sub> emission factor power mix for the year 2016, and constitutes a saving of 353,329 kg CO<sub>2</sub>. Overall, this leads to a CO<sub>2</sub> reduction of 669,965 kg per year.

**Coolants:**

The necessary cooling lubricants were reduced by 1,260 liters. Data to determine the energy input for the production of these coolants is not available. The savings at an acquisition price of 5,38 € / liter amounts to 6,779 € and the (now no longer necessary disposal) of this amount and a disposal price of 0.17 € / liter, constitutes a saving of 214 €. Altogether an additional 6,993 € can be saved. Crucial, however, is that 1,260 liters of cooling lubricants do not need to be disposed of.

Based on the current electricity savings of 600,827 kWh with a production volume of 1,300,000 units, the current electricity price of 0.1481 € per kWh results in an annual saving of 88,982 €.

Due to the lower usage of material amounting to 119,724 kg crude steel and a purchase price of 1.37 Euro per kg crude steel, a further 164,022 € per year can be saved.

The savings in cooling lubricants amount to 6,993 € per year.

The total savings is 259,997 € per year.



Illustration 17 Comparison of waste

## – Prospects

This plant is of interest for a certain number of companies that are based in cold forming and want to offer a wider range of parts. This is estimated to be about half of all cold converters, also those that focus on special drawing parts. The number of cold converters in Germany is difficult to estimate. Concrete figures are not available. We assume there are currently around 500 cold formers in Germany, with some focusing on very specialized niche products, making it difficult to compare them with our company. Furthermore, in regard to manufacturing volume the plant could be of interest to contract manufacturers, but only those dealing with high-quality products, since the system is very expensive. It is unsuitable for conventional manufacturers, as it is difficult for them to acquire preformed blanks. Such a facility can be set up and be operational in other companies within one year. We have already heard from our customer that competitors are attempting the above mentioned process.

## 6. Literatur

*(Bitte geben Sie hier alle für den Abschlussbericht verwendeten Quellen an.)*

[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-05-22\\_climate-change\\_15-2017\\_strommix.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-05-22_climate-change_15-2017_strommix.pdf)

<http://eneff-industrie.info/quickinfos/energieintensive-branchen/daten-zu-besonders-energiehungrigen-produktionsbereichen/>

## 7. Anhang